

EVALUASI POTENSI DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR ASAM
TAMBANG PADA KEGIATAN PENAMBANGAN BIJIH BESI

Hans Abraham Detaq¹, Waterman Sulistyana², Hasywir Thaib Siri³.

Magister Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta 55283, Indonesia

ABSTRAK

Arah penyebaran air asam tambang adalah mengikuti arah aliran sungai di sekitar tambang dan mempunyai luas penyebaran pencemaran di lokasi penelitian sebesar 73515.7236 m² atau 7,35 Ha. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan batu gamping (kalsium karbonat) yang dibutuhkan untuk menetralkan air asam tambang dengan volume total yang terbentuk sebesar 4,140.47 m³/jam adalah 19,528 kg/hari batu gamping. Penggunaan batu gamping ini sebagai bahan penetral sangat baik untuk menurunkan tingkat keasaman air dan menetralsir logam berat yang terkandung dalam air asam. Biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan pengolahan air asam tambang di lokasi penambangan bijih besi dengan luas area terganggu sebesar 6,12 hektar adalah sebesar US \$ 8,658 atau Rp. 112,554,075. Settling Pond yang ada di lokasi penambangan PT. Putera Bara Mitra Menggunakan metode overflow.

Penerapan sistem pengelolaan mineral buangan sulfida yang digunakan sesuai dengan karakteristik daerah penelitian yang terdapat pit penambangan. Sistem ini adalah sistem encapsulation dan layering model in-pit disposal. Dimensi saluran terbuka di luar pit penambangan 1) Kedalaman saluran (d) = 3,43 m. 2) Lebar dasar saluran (b) = 4,53 m. 3) Lebar atas saluran (t) = 4,62 m. 4) Kemiringan dinding saluran = 89°. Intensitas curah hujan yang besar di daerah penelitian, yaitu sebesar 22,30 mm/jam. Daerah tangkapan air hujan (catchment area) merupakan Dasar pit dan jenjang (pit floor & bench). Hal ini dapat mengurangi jumlah air limpasan di permukaan, sehingga mempunyai koefisien limpasan yang paling sedang, yaitu 0,75. Berdasarkan basil penelitian diperoleh jumlah pompa yang dibutuhkan sebanyak 1,55 ≈ 2 buah.

Kata Kunci : Penyebaran dan Pencemaran Air Asam Tambang, Pengelolaan dan Pengendalian.

Master of Mining Engineering National Development University "Veteran" Yogyakarta 55283, Indonesia

ABSTRACT

Directions spread of acid mine drainage is follow the direction of the river around the mine and have a spacious of spread at the site of research 73515.7236 m² or 7.35 Ha. The result of the limestone calculation of required amount (calcium carbonate) to neutralize the acid mine drainage with a total volume of 4,140.47 m³/hour adalah 19,528 kg/day. The use of limestone is very good as a neutralizing agent to reduce the acidity of the water and neutralize heavy metals contained in acid mine water. The cost required in carrying out the acid mine water treatment in the iron ore mining location and an area disturbed as big as 6.12 Ha is US \$ 8,658 atau Rp. 112,554,075. Settling Pond in the mining location of PT. Putera Bara Mitra using overflow methods.

The implementation of the waste management system of sulfide minerals are in accordance with the characteristics of the study area. This system was the encapsulation and layering model of in-pit disposal. Dimensions of mine drainage 1) The depth of the channel (d) = 3,43 m. 2) The width of the base channel (b) = 4,53 m. 3) The width of the upper channel (t) = 4,62 m. 4) The slope of the channel wall = 89°. Intensity of rain fall in the study area is big, as big as 22,30 mm/hour. catchment

area is a pit floor (pit floor and bench). This can reduce the amount of water runoff on the surface, so it has a runoff coefficient of the most moderate, as big as 0.75. Based on the research result obtainable the number of pumps required as much as $1,55 \approx 2$ unit of pump.

Keywords : Spacious and spread of Acid Mine Drainage, Management and Control.

Jl. SWK 104, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283 Indonesia
Phone : +62 274486733 - e-mail : hans.detaq@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam suatu kegiatan pertambangan mulai dari tahapan eksplorasi, eksploitasi sampai tahapan pengolahan dari suatu bahan galian pasti mempunyai dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan baik dilokasi penambangan, daerah sekitar lokasi penambangan maupun di daerah lainnya. Dampak negatif yang ditimbulkan terutama terjadinya pencemaran air asam tambang di lokasi tambang sendiri maupun setelah keluar dari *settling pond* yang mengakibatkan penurunan terhadap nilai fungsi lingkungan dan bahkan dapat merusak fungsi lingkungan hidup dan ekosistem sekitarnya.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah membahas mengenai evaluasi potensi arah dan luas penyebaran pencemaran air asam tambang di PT. Putera Bara Mitra serta upaya pengendalian air asam tambang pada lokasi penambangan bijih besi. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam membahas mengenai evaluasi potensi dan pengendalian pencemaran air asam tambang adalah sebagai berikut :

- Bagaimana membuat model arah aliran air asam tambang
- Bagaimana mengevaluasi dan mengkaji dampak dari air asam tambang
- Bagaimana membuat kinerja sistem pengelolaan air asam tambang yang baik

1.2 Tujuan Penelitian

1. Dapat mengevaluasi potensi dan luas arah penyebaran air asam tambang pada air permukaan dan air limpasan atau air hujan di lokasi penambangan bijih besi dan daerah sekitarnya dengan menggunakan pendekatan kondisi topografi dan litologi lapisan batuan.
2. Dapat mengevaluasi cara pengendalian dampak lingkungan akibat pencemaran air asam tambang pada penambangan bijih besi dan daerah sekitarnya.
3. Dapat meningkatkan kinerja sistem pengelolaan mineral buangan sulfida (*encapsulation system* dan *layering*) dan pengelolaan air asam tambang akibat penambangan bijih besi.

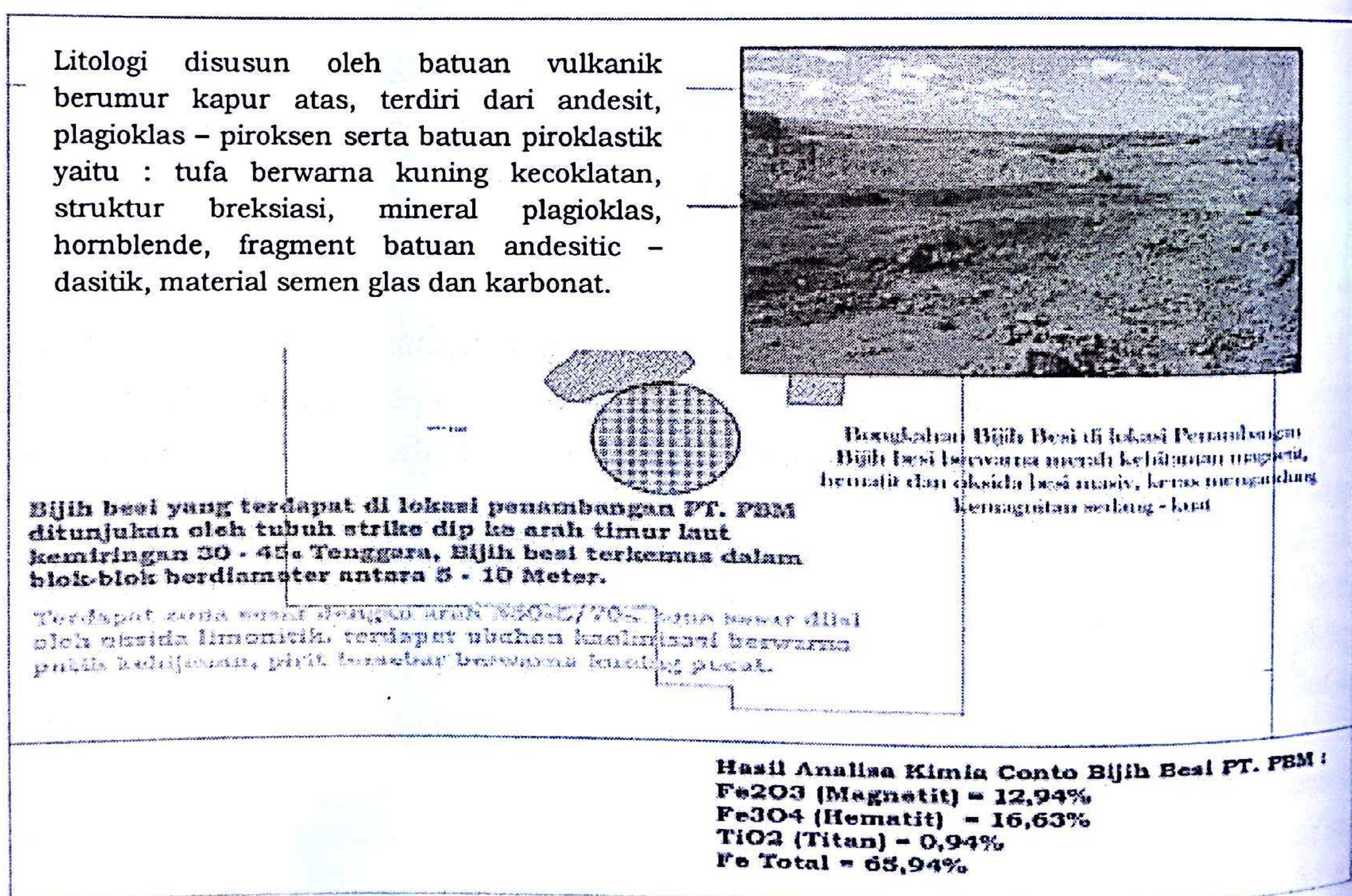
1.3 Hasil yang diharapkan

Manfaat dari penelitian ini adalah mampu memberikan rekomendasi atau pedoman teknis kepada perusahaan untuk mengambil kebijakan dalam pengelolaan lingkungan mengenai kondisi air asam tambang pada perusahaan setelah keluar dari *settling pond* dan biaya pemantauan yang efisien untuk pengolahan air asam tambang khususnya pada tambang bijih besi.

BAB II PEMBAHASAN

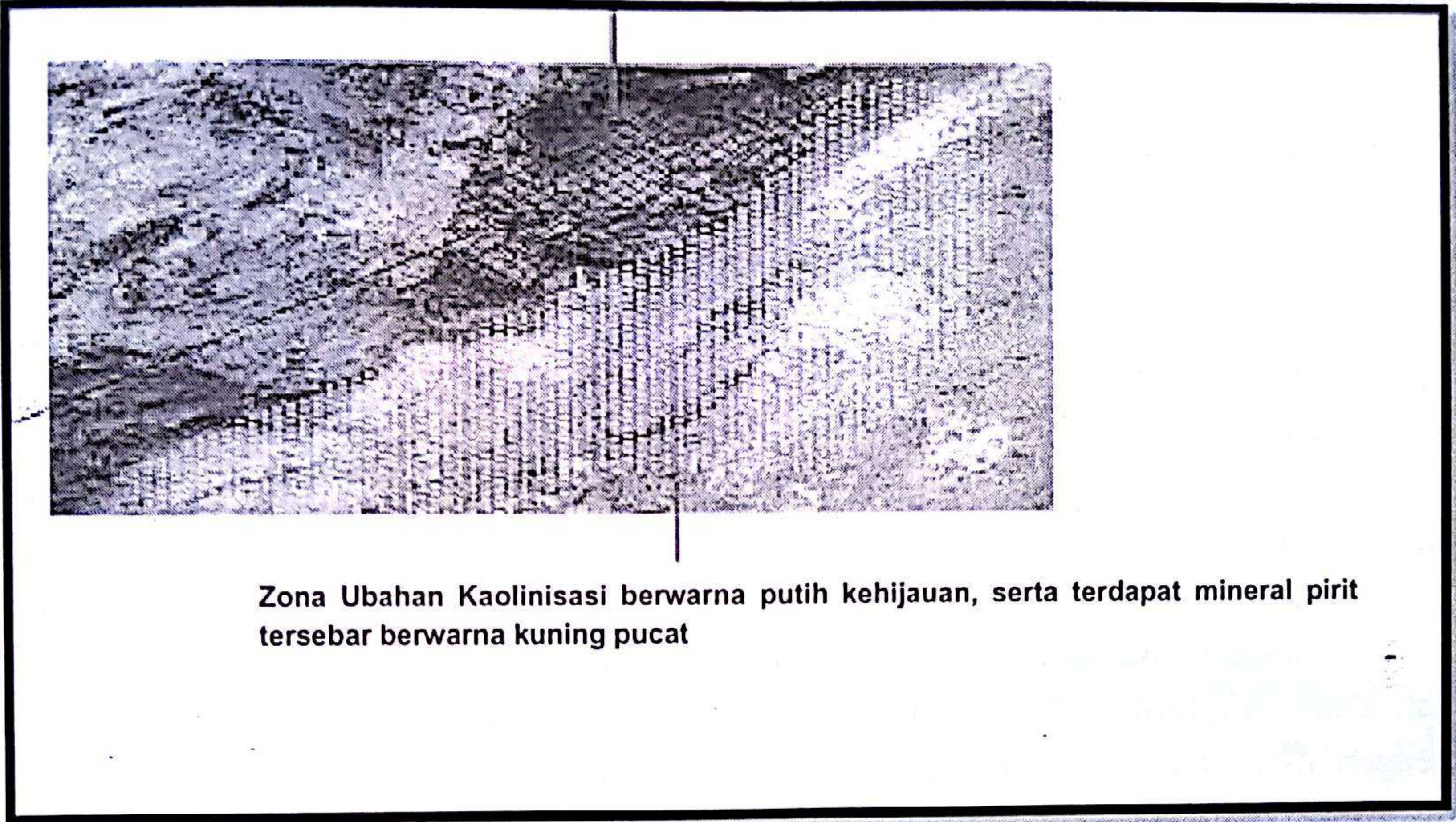
2.1 Hasil Analisis Kimia Bijih Besi PT. Putera Bara Mitra

Lokasi tambang bijih besi PT. Putera Bara Mitra berada di Formasi Tanjung. Formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa berbutir halus sampai kasar dengan tebal perlapisan 50 – 150 cm, berstruktur sedimen perarian halus dan perlapisan silang-siur. Sisipan batu lempung berwarna kelabu setempat menyerpih, ketebalan perlapisan 30 – 150 cm, dijumpai pada bagian atas formasi. Sisipan Batubara berwarna hitam, mengkilat dan pejal dijumpai pada bagian bawah formasi dengan tebal lapisan 50 – 150 cm setempat dijumpai lensa batu gamping warna kelabu kecoklatan, mengandung kepingan Moluska, Echinoid dan Foraminifera di antaranya Nummulities Javanus (Verbeek) dan Heterostegina sp., juga Foraminifera kecil bentos dari keluarga Milliolidae yang menunjukkan umur Eosen, terendapkan dilingkungan paralas-neritik. Ketebalan formasi lebih kurang 750 m. dimana dari hasil analisa kimia bijih besi yang ada di lokasi penambangan PT. Putera Bara Mitra dapat di gambarkan secara geologi melalui gambar dibawah ini :



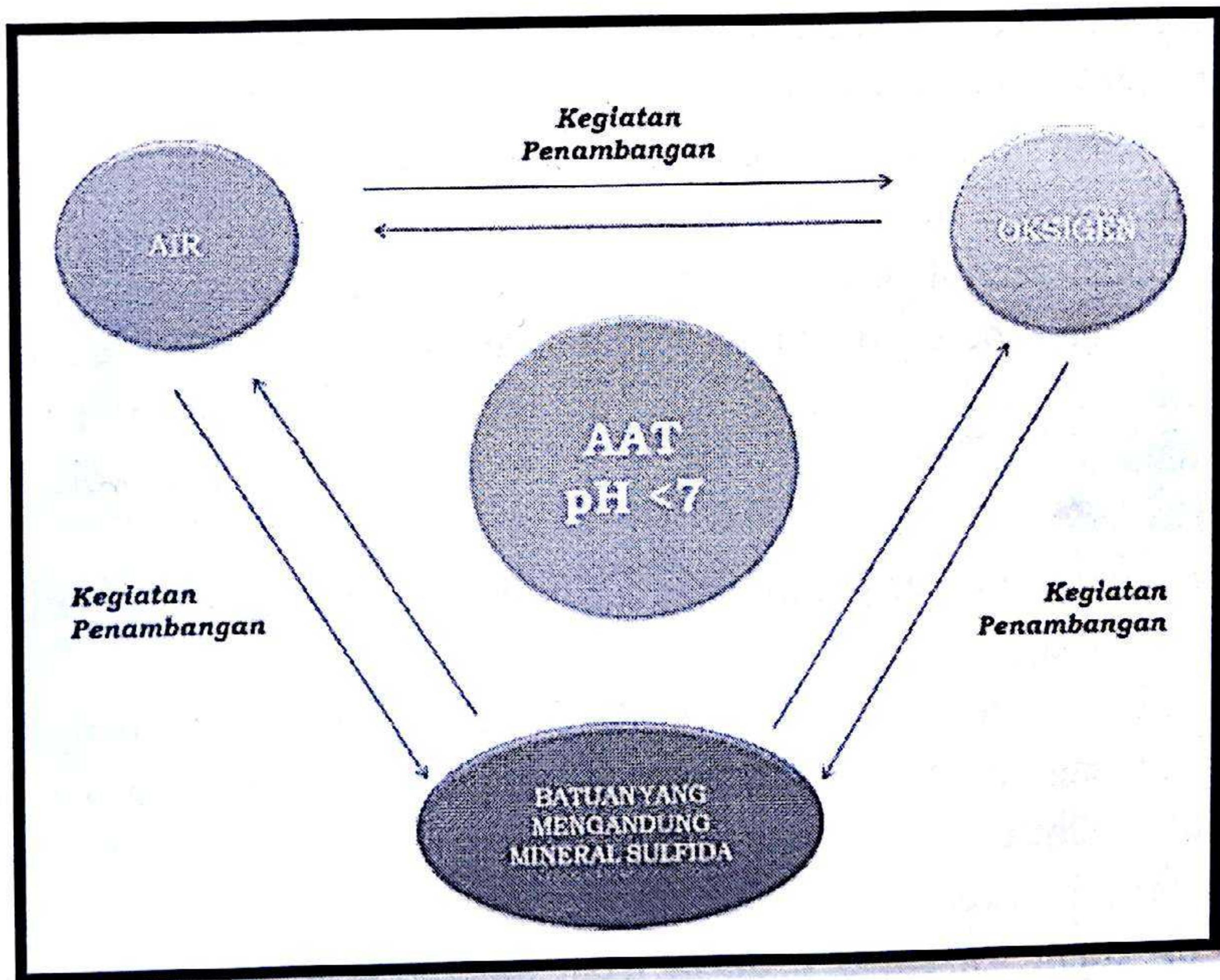
Gambar 2.1 Peta Hasil Analisis Kimia Bijih Besi

Bijih besi yang ada di lokasi tambang PT. Putera Bara Mitra diidentifikasi mengandung mineral yang dapat menyebabkan terjadinya proses air asam tambang dengan adanya zona ubahan kaolinisasi berwarna putih kehijauan, serta terdapat mineral pirit tersebar berwarna kuning pucat dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber : Engineering Department CV. Bina Usaha

Gambar 2.2
Zona Indikasi Mineral Pembentuk Air Asam Tambang



Sumber : Hans Abraham Detaq Tesis

Gambar 2.3
Syarat Terbentuk Air Asam Tambang

2.2 Potensi Arah Penyebaran Pencemaran Air Asam Tambang

Berdasarkan hasil penelitian, litologi lapisan endapan bijih besi yang ada di lokasi tambang PT. Putera Bara Mitra diidentifikasi mengandung mineral yang dapat menyebabkan terjadinya proses air asam tambang dengan adanya zona ubahan kaolinisasi berwarna putih kehijauan, serta terdapat mineral pirit tersebar berwarna kuning pucat. Hal ini memungkinkan terbentuknya air asam tambang, lapisan bijih besi di lokasi penambangan PT. Putera Bara Mitra, mempunyai luas daerah tangkapan hujan sebesar 247,400 m² atau 24,74 ha (*surface run off*) di luar *pit*, sedangkan luas penyebaran pencemaran di lokasi penelitian mempunyai arah penyebaran ke arah timur laut dan barat daya dengan luas sebesar 73515.7236 m² atau 7,35 Ha. Arah penyebaran air asam tambang mengikuti arah aliran sungai di sekitar tambang. (Lihat Gambar 2.4.)

2.3 Pengendalian Pencemaran Air Asam Tambang

Air asam tambang terbentuk di dalam pit penambangan mempunyai pH yang berkisar antara 3,82 sampai 6,03 dengan rata-rata pH adalah 4,57. Untuk mengolah air asam tambang yang terbentuk, metode yang digunakan adalah dengan cara menetralisasi dengan reagen alkali. Reagen alkali yang digunakan adalah batu gamping (kalsium karbonat). Batu gamping (kalsium karbonat) digunakan sebagai reagen alkali karena ketersediaannya mencukupi dan termasuk zat yang reaktif terhadap proses penetralan serta harganya terjangkau.

Hasil perhitungan jumlah kebutuhan batu gamping (kalsium karbonat) yang dibutuhkan untuk menetralkan air asam tambang dengan volume total yang terbentuk sebesar 1,098.47 m³/jam adalah 19,528 kg/haribatu gamping. Penggunaan batu gamping ini sebagai bahan penetral sangat baik untuk menurunkan tingkat keasaman air dan menetralsir logam berat yang terkandung dalam air asam. Biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan pengolahan air asam tambang di lokasi penambangan bijih besi dengan luas area terganggu sebesar 6,12 hektar adalah sebesar US \$ 8,658 atau Rp. 112,554,075,-.

Settling Pond yang ada di lokasi penambangan PT. Putera Bara Mitra Menggunakan metode *overflow*. Berikut ini adalah mekanisme kolam pengendapan dengan metode *overflow* :

- Air larian (Sumber pompa atau air hujan), dialirkan secara terus menerus ke kolam I dari *settling pond*.
- Karena sistem *overflow*, maka jika kolam I penuh, maka dengan sendirinya air larian akan mengalir ke kolam II. Padatan yang berdiameter besar dan berat akan mengendap pada kolam I. Untuk lebih mengendapkan bahan tersuspensi, maka ditreatment dengan penambahan kapur.
- Pada kolam II, kadar padatan telah berkurang karena sudah ada pengendapan pada tahap pertama di kolam I. Selanjutnya di kolam II dilakukan netralisasi dengan penambahan kapur.

Selanjutnya air larian akan mengalir ke kolam III dan didiamkan sementara. Pada *outlet* kolam III dilakukan pengukuran dan analisa kualitas air, bila pH air < 6 (suasana asam), maka perlu ditambahkan kapur (CaCO₃) dan bila masih banyak kadar partikel

atau padatan yang terkandung di dalam limbah, perlu ditambah lagi dengan alum, selanjutnya baru dibuang ke perairan umum.

2.4 Pengelolaan Mineral Sulfida Buangan

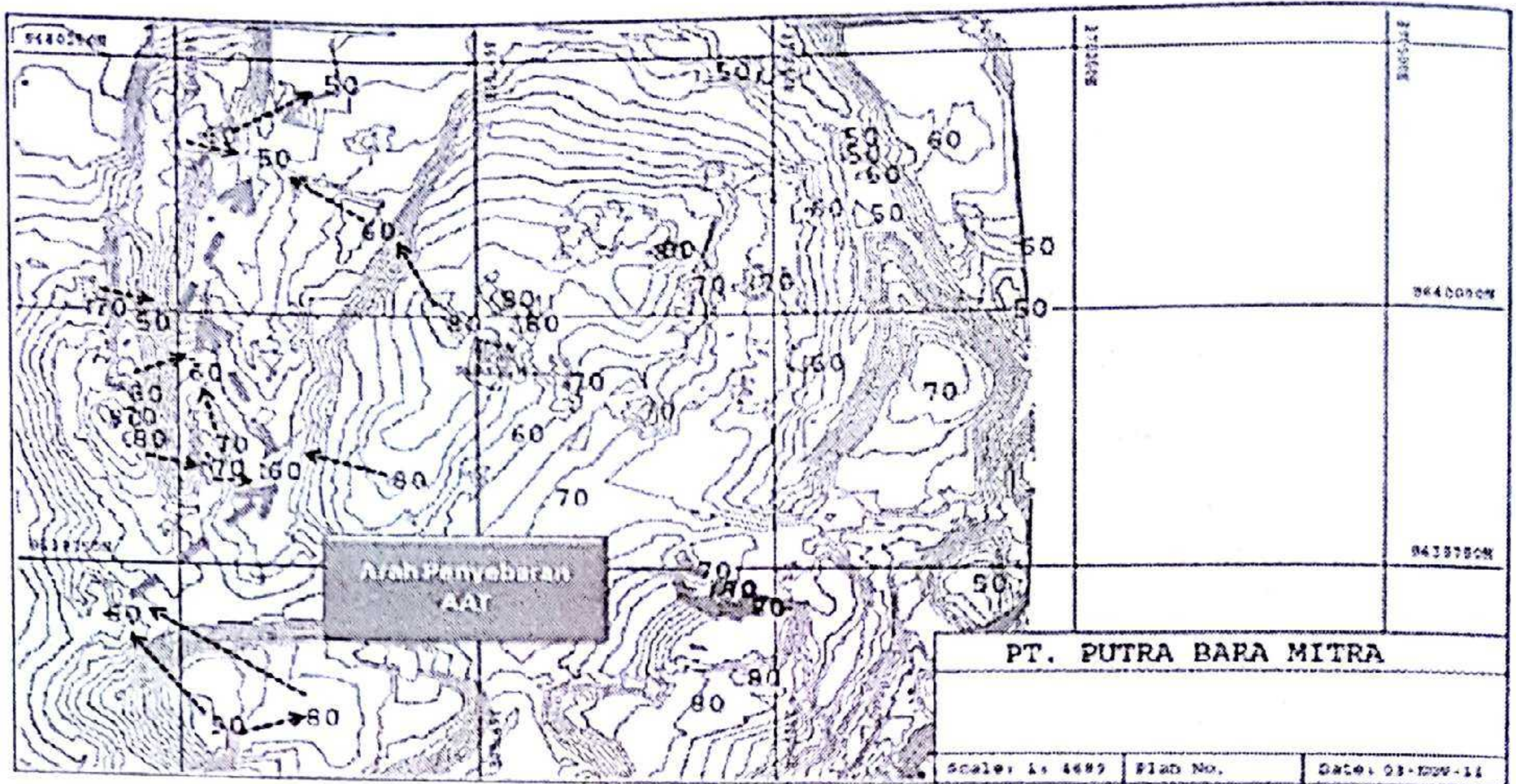
Pengelolaan mineral buangan yang mengandung mineral sulfida (*AMD Waste*) yang di terapkan di daerah penelitian adalah menggunakan sistem *encapsulation dan layering* model *in-pit disposal* dan menerapkan sistem penyaliran tambang yang baik. Penerapan sistem pengelolaan mineral buangan sulfida tersebut akan di jelaskan secara lengkap dalam bahasan di bawah ini.

Penerapan sistem pengelolaan material yang mengandung mineral sulfida (*pyrite*) yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik daerah penelitian. Berdasarkan hasil pengamatan di daerah penelitian merupakan lokasi penambangan bijih besi yang menggunakan sistem tambang terbuka (*open cut*) dengan metode (*contour mining*). *Pit* penambangan bijih besi di daerah batulicin mempunyai luas 61,200 m² dan di sekitarnya terdapat banyak material buangan yang mengandung mineral *pyrite* yang berupa timbunan - timbunan lapisan tanah penutup yang bercampur dengan lapisan bijih besi.

Penerapan sistem penambangan *open cut* di daerah penelitian akan mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan, khususnya pada permukaan tanah yaitu timbulnya lubang - lubang (*Void*) bekas penambangan. Lubang atau cekungan tersebut akan menjadi salah satu sumber terbentuknya akumulasi air asam tambang. Hal ini disebabkan di dalam lubang - lubang bekas penambangan terdapat material - material yang banyak mengandung mineral *pyrite* yang tersingkap dan teroksidasi oleh oksigen serta dengan adanya air hujan atau air tanah, akan mengakibatkan pelarutan air asam tambang. Material tersebut sangat berpotensi membentuk air asam, karena mempunyai kandungan sulfida yang tinggi. Hal ini dapat diketahui melalui pH yang sangat rendah pada air asam tambang, sehingga material yang mengandung mineral sulfida perlu dikelola untuk mencegah terbentuknya air asam tambang.

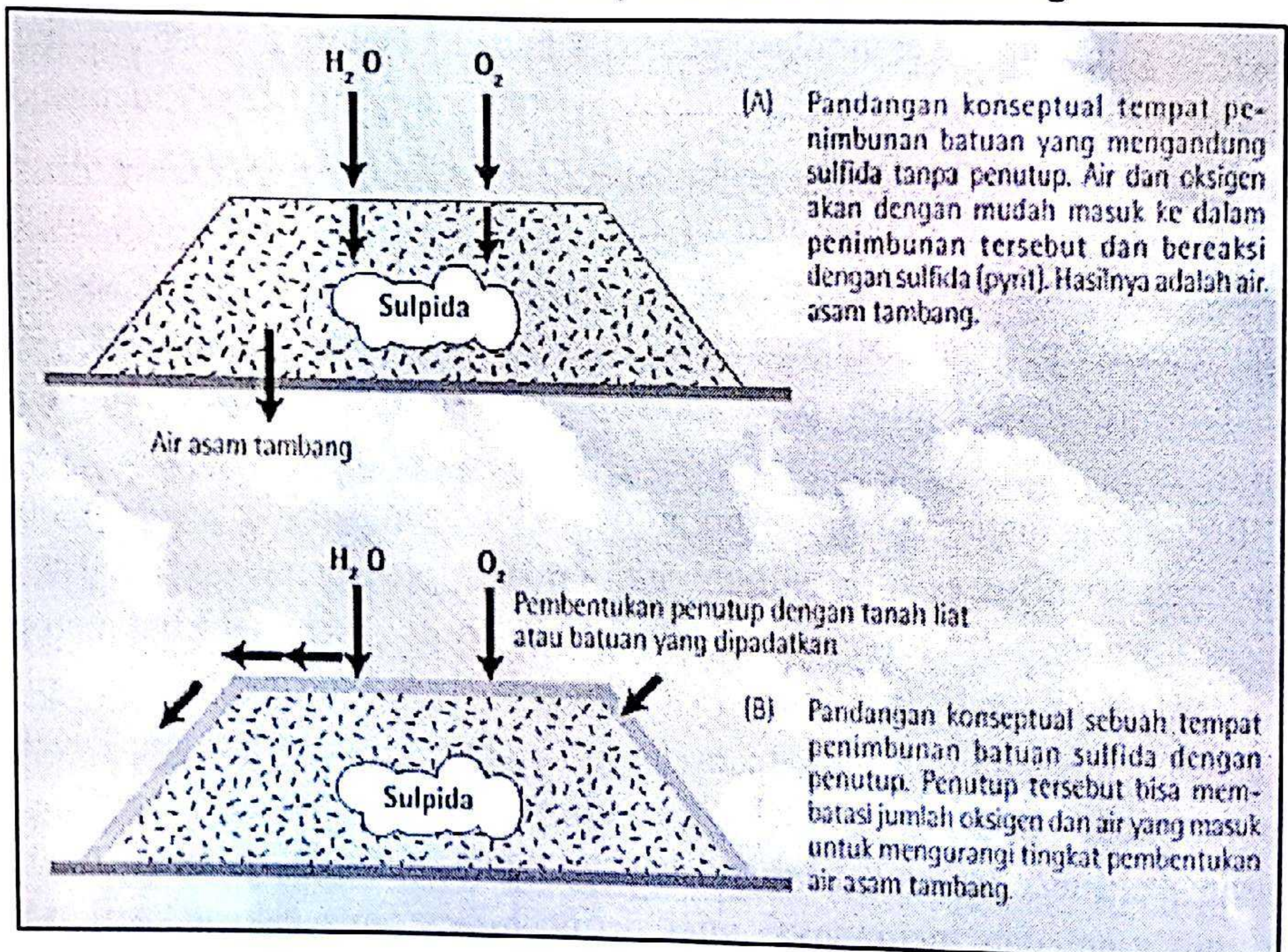
Penerapan sistem pengelolaan mineral buangan sulfida yang digunakan sesuai dengan karakteristik daerah penelitian yang terdapat *pit* penambangan. Sistem ini adalah sistem *encapsulation dan layering* model *in-pit disposal*. Sistem tersebut merupakan sistem pengelolaan penimbunan kembali (*back filling*) dengan cara pemisahan/isolasi terhadap material yang mengandung mineral *pyrite* ke dalam *pit* penambangan, Penerapan sistem *encapsulation dan layering* model *in-pit disposal* diawali dengan kegiatan pembuatan perlapisan keliling dengan menggunakan material - material yang tidak berpotensi membentuk asam dan mempunyai nilai permeabilitas yang sangat kecil. Material yang digunakan adalah mineral lempung. Mineral tersebut mempunyai nilai permeabilitas/nilai konduktivitas hidrolis yang sangat kecil, yaitu sebesar 2.3148×10^{-9} m/detik. Mineral lempung ini kemudian dipadatkan dan mempunyai ketebalan berkisar (1 - 2) m. Setelah kegiatan pembuatan perlapisan selesai, kemudian dilakukan kegiatan *back filling* terhadap material yang mengandung mineral sulfida (*pyrite*) ke dalam *pit* penambangan. Selanjutnya di bagian atas diberi perlapisan lempung dan *top soil* yang akan digunakan untuk persiapan lahan pada kegiatan revegetasi.

Metode *encapsulation* dan *layering* ini dianggap sebagai salah satu metode teraman untuk mencegah terjadinya air asam tambang. Selain itu metode ini juga relevan dimanfaatkan di perusahaan tambang dengan biaya yang dapat diatur. Lebih jauh lagi, metode *encapsulation* dan *layering* ini juga dapat dimanfaatkan untuk pencegahan dan pengamanan mineral atau material *hazzard* lainnya.



Sumber : Engineering Department CV. Bina Usaha

Gambar 2.4 Arah Pennyebaran Air Asam Tambang



Sumber : Direktorat Teknik Mineral dan batubara Ditjen Minerba

Gambar 2.5

Sketsa Pengelolaan Mineral Buangan Sulfida yang Menggunakan Sistem *Encapsulation* dan *Layering Model In-Pit Disposal*

2.5 Sistem Penyaliran Tambang

Berdasarkan pengamatan di daerah penelitian terdapat cekungan - cekungan dalam *pit* penambangan yang menyebabkan terbentuknya kolam atau genangan air asam. Hal ini disebabkan tidak terdapatnya saluran pembuangan pada setiap cekungan di daerah

penelitian, sehingga tidak terjadi pembuangan ion pembentuk asam yang terbang dan dalam jangka waktu yang lama terjadi akumulasi ion yang besar (peningkatan konsentrasi ion). Sementara itu penguapan air juga terus berlangsung, sehingga terbentuk asam tambang. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas diperlukan suatu sistem penyaliran yang dapat mencegah terbentuknya kolam atau genangan air dalam *pit* penambangan.

Sistem pengelolaan yang digunakan di daerah penelitian, yaitu dengan cara menerapkan sistem penyaliran tambang. Penerapan sistem penyaliran tambang dapat dilakukan dengan cara membuat saluran air terbuka (di atas permukaan tanah) di sekeliling lubang bukaan tambang agar air yang berada di luar *pit* tidak masuk ke dalam *pit* penambangan dan memompa keluar air yang terdapat dalam *pit* penambangan. Sistem ini bertujuan untuk mencegah terbentuknya kolam atau genangan air asam di dalam lubang bukaan tambang dan mengalihkan/mengatur aliran air limpasan (*runoff*) serta mengurangi tangkapan aliran permukaan pada daerah terdapatnya material yang mengandung mineral *pyrite* (di luar lubang bukaan tambang).

2.5.1 Perhitungan Sistem Penyaliran Tambang

1. Perhitungan Curah Hujan

a. Jumlah curah hujan Januari - Desember 2012 : CH2012 = 678,5 mm

b. Rata – rata curah hujan tiap bulan :

$$2. \text{CHBulanan} = \frac{678,5}{12} = 56,54 \text{ mm/bulan}$$

3. Perhitungan Waktu Hujan

a. Jumlah hari hujan tahun 2012 : HH2012 = 147 hari

b. Rata-rata hari hujan tiap bulan : HHBulanan = $\frac{147}{12} = 12,25$ hari/bulan

$$4. \text{Penentuan nilai curah hujan harian maksimum SD} = \sqrt{\frac{8,473.73}{12}} = 7,671 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Xr} = 64,3149 \text{ mm/hari}$$

5. Penentuan Intesitas Curah Hujan

$$I = \frac{64,3149}{24} \left(\frac{24}{1}\right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = 22,30 \text{ mm/jam}$$

6. Perhitungan Air Limpasan (*surface run off*) di luar *pit*

$$Q = 0,278 \times 0,75 \times 22,30 \text{ mm/jam} \times 0,2474 \text{ km}^2$$

$$= 1,150 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ atau } 4,140 \text{ m}^3/\text{jam}$$

7. Luas daerah tangkapan hujan adalah sebesar 30,86 Ha = 308,600 m²

8. Jumlah air limpasan yang masuk ke *pit*

$$= 1.035 \text{ m}^3/\text{jam}$$

9. Perhitungan air hujan yang masuk ke *pit* = 63,349 m³/jam

$$= 64,3149 \text{ mm/jam}$$

2.5.2 Dimensi Saluran Terbuka

Perhitungan untuk menentukan dimensi saluran terbuka di luar *pit* penambangan, harus mengetahui luas daerah tangkapan air hujan (*catchment area*), intensitas curah hujan dan koefisien limpasan. Sedangkan perhitungan untuk menentukan dimensi saluran terbuka

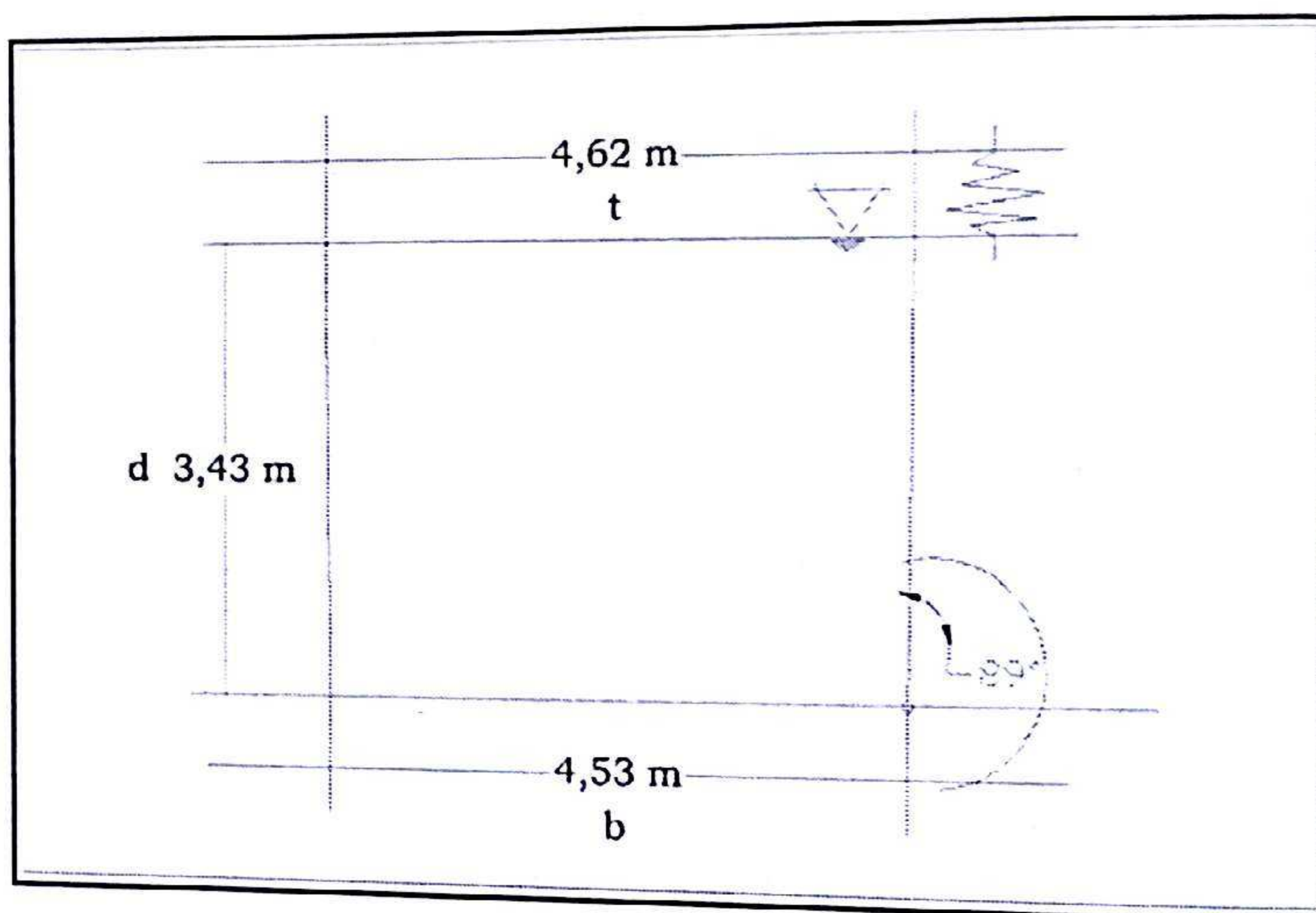
di dalam *pit* penambangan, perlu mengetahui luaspermukaan *pit* dan jumlah debit air total yang masuk ke dalam *pit*. Debit air total iniberasal dari air limpasan yang masuk ke *pit*, air hujan. Hasil perhitungandimensi saluran terbuka adalah sebagai berikut :

Dimensi saluran terbuka di luar *pit* penambangan

No	Dimensi Saluran Terbuka	Ukuran (m)
1	Kedalaman Saluran (d)	3,43
2	Lebar Dasar Saluran (b)	4,53
3	Lebar Atas Saluran (t)	4,62
4	Kemiringan Dinding Saluran	89°

Hasil perhitungan di atas menunjukkan dimensi saluran terbuka di luar *pit* penambangan berukuran besar. Hal ini dipengaruhi oleh faktor - faktor sebagaiberikut:

- Intensitas curah hujan yang besar di daerah penelitian, yaitu sebesar 22,30 mm/jam
- Daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) merupakan Dasar *pit* dan jenjang (*pit floor & bench*). Hal ini dapat mengurangi jumlah air limpasan di permukaan, sehingga mempunyai koefisien limpasan yang paling sedang, yaitu 0,75.



Gambar 2.7
Dimensi Saluran Terbuka Untuk Mengatasi Debit Air Limpasan

2.5.3 Kebutuhan Pompa

Air yang masuk ke dalam *pit* penambangan (air tambang) harus dipompa keluar. Hal ini bertujuan agar tidak terbentuk akumulasi genangan air asam yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di lokasi penambangan dan daerah sekitarnya. Perhitungan jumlah pompa yang dibutuhkan, tergantung pada jumlah debit air total yang masuk ke dalam *pit* penambangan dan kapasitas pompa yang digunakan. Berdasarkan basil penelitian diperoleh jumlah pompa yang dibutuhkan sebanyak $1,55 \approx 2$ unit.

BAB III PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor penting yang mempengaruhi terbentuknya air asam tambang di suatu tempat adalah: konsentrasi, distribusi, mineralogi dan bentuk fisik dari mineral sulphida, keberadaan oksigen.
2. Penyebaran pencemaran air asam tambang di lokasi penambangan dan daerah sekitarnya adalah mengikuti arah aliran sungai di sekitar tambang dan mempunyai luas penyebaran pencemaran di lokasi penelitian sebesar 73515,7236 m² atau 7,35 Ha. Debit air asam tambang di daerah penelitian sebesar = 4,140 m³/jam.
3. Pengendalian pencemaran air asam tambang dilakukan cara penetralan dengan menggunakan batu gamping. Serbuk batu gamping yang diperlukan untuk menetralkan air asam tambang yang terbentuk di daerah penelitian sebanyak 813,681 kg/jam atau 19,528 kg/hari. Akumulasi air asam tambang di daerah penelitian dapat dikurangi dengan menerapkan sistem penyaliran tambang yang memadai. Penerapan sistem tersebut dapat dilakukan dengan cara membuat saluran air terbuka di sekeliling lubang bukaan (*pit*) tambang dan memompa keluar air yang berada di dalam *pit* penambangan. Jumlah pompa yang dibutuhkan sebanyak dua buah pompa tipe Allight CD 200.
4. Air asam tambang (AAT) terbentuk saat mineral sulfida tertentu yang ada pada batuan terpapar dengan kondisi dimana terdapat air dan oksigen (sebagai faktor utama) yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi dan menghasilkan air dengan kondisi asam. Pengelolaan mineral sulfida buangan adalah dengan melakukan penerapan sistem *encapsulation* dan *layering* model *in-pit disposal* merupakan sistem yang sangat efektif dalam mengurangi terbentuknya air asam tambang yang sesuai dengan karakteristik daerah penelitian yang berupa lubang bukaan (*pit*) bekas penambangan.

3.2 Saran

Saran sebagai kelanjutan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terbentuknya kolam/genangan air dengan cara pengaturan topografi lahan, yaitu dengan melakukan kegiatan penimbunan kembali (*back filling*) pada lubang bukaan bekas penambangan dan perhitungan *sub-drill* pada rancangan peledakan bijih besi harus diterapkan dengan optimal.
2. Lubang bukaan bekas tambang yang menjadi kolam, harus diatur agar mempunyai saluran pembuangan air yang memadai, sehingga dapat mengurangi/mencegah terjadinya akumulasi air asam. Pada pencegahan terbentuknya kembali air asam dapan dilakukan dengan cara perlapisan. Ketika melakukan cara ini maka harus membatasi kontak oksigen dan air terhadap lapisan tanah penutup yang mengandung mineral sulfida. Maka disarankan pada proses ini harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari cara perlapisan, seperti : kandungan sulfur, porositas, luas permukaan kristal pirit, dan kereaktifan Kristal pirit.
3. Melakukan pengawasan secara periodik (setiap satu bulan sekali) terhadap air asam tambang yang terbentuk di dalam *pit* penambangan.

4. Perlunya pengkajian yang lebih detail mengenai lithologi batuan di sekitar lokasi penambangan bijih besi seperti data *coring* dari hasil pemboran dan data geoteknik sehingga dapat diketahui lebih detail mengenai batuan yang mengandung PAF (*Potentially Acid Forming*) dan NAF (*Non Acid Forming*) sehingga dapat mengurangi/mencegah terjadinya akumulasi air asam untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. U.S. Environmental Protection Agency, 1994, *Technical Document Acid Mine Drainage Prediction*, Washington, DC.
2. INAP, 2012, *Global Acid Rock Drainage Guide*, The International Network for Acid Prevention.
3. Rudy Sayoga Gautama, 2012, *Pengelolaan Air Asam Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB Bandung”, Bandung.
4. David Keith Todd. 1980, *Groundwater Hydrology Second Edition*, John Wiley & Son, Inc., Canada.
5. Fetter, C.W, 1994, “*Applied Hydrogeology* “Third Edition, Macmillian College Publishing Company, Inc, USA.
6. Haan, C.T., Barfield, B.J., Hayes, J.C., 1981. *Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments*, Academic Press, Inc.,
7. Prodjosoemarto, Partanto, 1994, *Rancangan Kolam Pengendapan Sebagai Pelengkap Sistem Penirisan Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
8. Rudy Sayoga Gautama, 1999, *Sistem Penyaliran Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB Bandung”, Bandung.
9. Rudy Sayoga Gautama, 2011, *Acid Mine Drainage Treatment of Overburden for the Removal of Cation Metal*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
10. Muhammad Sonny Abfertiawan, 2011, *Development of Catchment Area Approach in Management of Acid Mine Drainage*, Department of Mining Engineering, Faculty of Mining & Petroleum Engineering, Institut Teknologi Bandung.
11. Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa. Data*, Nova, Bandung.
12. Meri Marthen, 2014, *Hubungan Antara Keasaman Lumpur dan Bahan Penetral yang dibutuhkan dalam Satuan Volume Air Asam Tambang*, PT. Trubaindo Coal Mining
13. Suyono Sosrodarsono, 2003, *Hidrologi untuk pengairan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
14. Suratmo, F. G., (2002), *Analisa Mengenai Dampak Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
15. *Spesifikasi Pompa*, PT Petrosea Tbk.
16. Suratmo, F. G., (2002), *Analisa Mengenai Dampak Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
17. Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
18. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara.

PROSIDING TPT XXV PERHAPI 2016

19. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Kualitas Air.*
20. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 21 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan bijih besi.*
21. *Studi Kelayakan Rencana Penambangan Bijih Besi CV. Bina Usaha Desa Mentawakan Mulia, Kecamatan Mantewe, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, CV. Bina Usaha.*
22. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) Penambangan Bijih Besi CV. Bina Usaha Desa Mentawakan Mulia, Kecamatan Mantewe, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, CV. Bina Usaha.*
23. *Rencana Kerja Tahunan Teknis dan Lingkungan (RKTTL) Penambangan Bijih Besi CV. Bina Usaha Desa Mentawakan Mulia, Kecamatan Mantewe, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, CV. Bina Usaha.*
24. *Laporan Hasil Uji Kualitas Air Permukaan Penambangan Bijih Besi CV. Bina Usaha Desa Mentawakan Mulia, Kecamatan Mantewe, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalsel, Laboratorium Lingkungan Badan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Tanah Bumbu.*